

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



**“EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN EL
SECUESTRO DE CARBONO DE LA BIOMASA AÉREA DEL
CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa*) BAJO RIEGO AL
TRASPLANTE EN LA E.E. “EL PORVENIR” – INIA – JUAN
GUERRA”.**

TESIS:

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE :
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
WARREN FLORES FLORES**

TARAPOTO – PERÚ

2004



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL

ÁREA DE SUELOS Y CULTIVOS

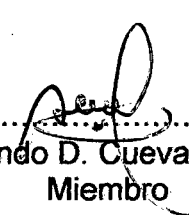
TESIS

**“EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN EL
SECUESTRO DE CARBONO DE LA BIOMASA AÉREA DEL
CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa*) BAJO RIEGO AL
TRASPLANTE EN LA E. E. “EL PORVENIR” – INIA – JUAN
GUERRA”.**

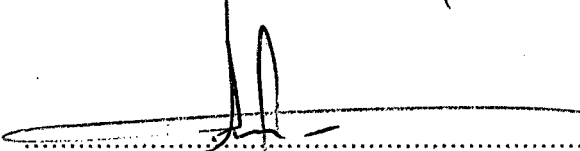
MIEMBROS DEL JURADO



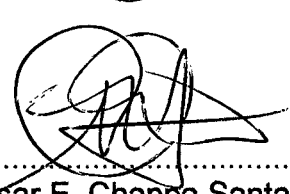
.....
Ing. M. Sc. Julio A. Ríos Ramírez
Presidente



.....
Ing. Armando D. Cueva Benavides
Miembro



.....
Ing. M. Sc. Agustín Cerna Mendoza
Miembro



.....
Ing. César E. Chappa Santa Maria
Asesor

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	20
V. RESULTADOS	29
VI. DISCUSIONES	38
VII. CONCLUSIONES	48
VIII. RECOMENDACIONES	49
IX. RESUMEN	50
X. SUMMARY	51
XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

DEDICATORIA

A mis queridos padres Segundo

Fortunato Flores Pezo y Mery

Flores Torres, por inculcarme sólidos
valores y ser artífices en mi formación
profesional.

A mis abuelos Segundo Leonidas

Flores Pezo y Alicia Torres Vásquez

por sus inagotables consejos, para
culminar con éxitos mi carrera
profesional.

A mis hermanos Robert, Rony,

Joisy Cristina, Silvia, Zully, por

Su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

- Al Ing. César Enrique Chappa Santa María, Asesor de la presente tesis.
- Al Ing. Orlando Palacios Agurto, por su apoyo como Coasesor en el presente trabajo de investigación.
- A la Estación Experimental “El Porvenir “ – INIA – Juan Guerra, por brindar y facilitar las instalaciones para el presente trabajo.
- A la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, por toda la formación profesional brindada.
- A mi tío Wagner Flores Torres por su comprensión, apoyo moral y permitir ampliar mis conocimientos fuera del País.
- A todas las personas y amigos que de una u otra manera han permitido finalizar el presente trabajo de investigación.

I. INTRODUCCION

La deforestación incrementa el contenido de los gases que afectan el cambio climático. Los principales gases contribuyentes a tal efecto son el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), el dióxido nitroso (NO_2) y más recientemente han aparecido los clorofluorcarbonados o CFCs, Freon 11 y Freon 12 principalmente conocidos como gases de efecto invernadero (G.E.I) (Maisonave, 1997).

La Región de San Martín, viene sufriendo una gran tasa de deforestación por las prácticas de agricultura monocultural y actualmente se cultivan 50 000 ha, de tierras con arroz bajo riego en dos campañas por año, lo que representa 100 000 ha por año. Para obtener buenos rendimientos, los productores, aplican en promedio 120 Kg de $\text{N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}$ y sus residuos son quemados o incorporados al siguiente cultivo. La quema contribuye con el calentamiento global, por su parte, la quema desprende dos gases de efecto invernadero importante; el metano (CH_4) y el Oxido Nitroso (N_2O), proveniente de la aplicación de fertilizantes nitrogenados.

Una forma de mitigar esos efectos y reducir las emisiones es fijándolo o, capturándolo en la biomasa vegetal del cultivo anual como el arroz, el cual cuando cumple su ciclo es incorporado al suelo mediante la descomposición y mineralización de la materia orgánica.

La presente tesis se realizó con el propósito de cuantificar el contenido de carbono secuestrado por la biomasa aérea del cultivo de arroz, variedad capirona, con fertilización nitrogenada, bajo el sistema de trasplante, teniendo en cuenta la biomasa aérea del cultivo que se produce en cada campaña.

II. OBJETIVOS

- 2.1. Cuantificar el carbono secuestrado por el cultivo de arroz en sus diferentes estados de crecimiento.
- 2.2. Determinar la influencia de la dosis de nitrógeno en el secuestro de carbono en cada tratamiento de fertilización.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. De la planta.

a. Exigencias del cultivo.

El arroz necesita para germinar un mínimo de 10 ó 13°C, pero nace mucho mejor en semilleros a una temperatura de 30 a 35°C. Por encima de los 40 °C, no germina. Una vez germinado, crece bien con temperaturas que oscilen entre los 7 y 23°C., con temperaturas superiores la planta crece muy rápidamente, pero sus tejidos resultan entonces demasiados blandos, lo que les hace susceptibles a muchas enfermedades criptogámicas. Para la floración se precisan un mínimo de 15°C, siendo su óptimo próximo a los 30°C, durante este período, si ocurre un tiempo lluvioso y las temperaturas son bajas, se perjudica la polinización. Durante la maduración del grano, es preferible que las noches sean frescas, puesto que si son demasiado cálidas, la respiración de la planta se intensifica, consumiendo muchas de las sustancias sintetizadas durante el día por la fotosíntesis, lo que dificulta la maduración de los granos de arroz. Quince días antes del espigado, cuando la espiga se desarrolla rápidamente, las plantas son especialmente sensibles a las condiciones ambientales adversas (Yuste, 1998).

b. Fertilización.

- Elementos principales.

En el cultivo de arroz los principales elementos que intervienen en su crecimiento y desarrollo son: el nitrógeno, fósforo y el potasio.

Si alguno de ellos falta, los demás elementos limitan sus funciones **(Palacios, 2003)**.

- **Fertilización nitrogenada.**

El nitrógeno es el elemento principal y limitante en el cultivo de arroz. Existen dos épocas críticas de consumo de nitrógeno, la primera es a partir de los 15 a 20 días después del trasplante (Macollamiento) y la segunda es a partir de los 75 a 85 días de edad del cultivo (Punto de algodón) contados a partir del primer día de voleo de la semilla en el almácigo. **(Palacios, 2003)**.

Los fertilizantes que más se usan en el cultivo de arroz son la Urea y sulfato de Amonio. La aplicación de los fertilizantes es de acuerdo al análisis de suelo **(Palacios, 2003)**.

Al momento de abonar las pozas deben mantenerse con lámina de agua y con las entradas cerradas para evitar pérdida de Nitrógeno **(Palacios, 2003)**.

c. Manejo del fertilizante nitrogenado

La urea es un compuesto perteneciente al grupo de las amidas, que posee un 46% de nitrógeno amoniacal, o más exactamente ureico. Según su grado de apelmazamiento, la densidad de la úrea es pequeña, del orden de 0,8 g/c.c. Bajo la acción de una diastasa particular (la ureasa, segregadas

por ciertas bacterias), la urea se hidroliza en el suelo y pasa al estado de Nitrógeno amoniacal que a su vez se nitrifica (Yuste, 1998).

El mismo Yuste (1998) manifiesta que a partir de las extracciones medias de N-P-K que el cultivo absorbe del suelo, pueden calcularse las necesidades medias de nutrientes por tonelada métrica de producción de arroz. Su estimación numérica es: 21 Kg de N, 11 Kg de P_2O_5 y 18 Kg de K_2O . Si la producción esperada ronda los 6 000 Kg.ha⁻¹, se pueden dar como orientativas, las siguientes cantidades de abonos, 125 Kg de N, 90 Kg de P_2O_5 , 90 Kg de K_2O .

La temperatura afecta la desnitrificación como la acumulación de amonio. A bajas temperaturas (menos de 15°C), la tasa de desnitrificación es lenta, pero afecta muy rápidamente cuando la temperatura sube de 15 °C a 45°C. La amonificación se refleja en la concentración de NH_4^+ soluble en agua, la cual decrece cuando la temperatura baja de 45°C a 15°C, en esta última se puede observar síntomas de deficiencia de Nitrógeno (CIAT, 1983).

Los problemas del uso de urea son: su higroscopicidad, su rápido descomposición por la enzima ureasa a amonio y dióxido de carbono y el incremento temporal que produce en el pH del suelo. Las pérdidas de nitrógeno de la urea oscilan entre 60-80% (INIPA, 1983).

d. Riego del cultivo

El caudal de agua necesario para el cultivo del arroz es muy alto; puede variar de 2 a 4 litros por segundo y hectárea, según las características del suelo y el clima. En los últimos estadios del crecimiento, después de la germinación, es conveniente que el nivel del agua sea alto, puesto que de esta manera presenta diversas ventajas; como la protección de plántulas al frío, se entorpece el desarrollo de las malas hierbas, se impide la degradación de ciertos herbicidas en caso de que se usen. Posteriormente, durante los siguientes estadios, es conveniente mantener el agua a una altura razonable que permita a las hojas despuntar por encima de la superficie (Yuste, 1998).

e. Asimilación neta de CO_2 en plantas con metabolismo C_3 .

La mayor parte de las plantas cultivadas en regiones templadas y casi la totalidad de los árboles, son plantas que fijan en primer lugar el CO_2 en forma de un ácido que posee tres átomos de carbono, el ácido 3 fosfoglicérico, de ahí su nombre de planta C_3 .

Para los procesos más importantes que caracterizan la asimilación neta de CO_2 en una planta C_3 a nivel de la hoja se diferencian cinco procesos fundamentales, que son:

- Los procesos fotoquímicos.
- Los procesos de carboxilación mediante el ciclo de Calvin.
- Los procesos de fotorespiración o ciclo de Tolber.
- Los procesos de difusión de CO_2 a los sitios de síntesis.
- Los procesos de respiración mitocondrial.

Los procesos fotoquímicos, en el ciclo de Calvin y parte de las reacciones de la fotorespiración se realizan en los cloroplastos (Pinto, 1983).

f. Respuesta de la asimilación neta a la Intensidad luminosa en plantas C_3 .

La asimilación neta es primeramente una función de la intensidad luminosa. La respuesta de esta asimilación a diferentes niveles de radiación va a ser característica del tipo de planta y va a depender de las características del medio ambiente (temperatura, CO_2 , O_2 , condiciones hídricas, etc.) y el estado del desarrollo del vegetal.

Bajo altas intensidades de luz la asimilación se hace máxima debido a que el suministro del CO_2 a los sitios de síntesis no puede aumentar más allá de un cierto límite.

Cuando el CO_2 no es limitante, debido a que existe un bajo aporte energético para su reducción a hexosa, la asimilación neta depende del rendimiento cuántico, del coeficiente de absorción de la luz y de la fotorespiración (Pinto, 1983).

g. Respuesta de la asimilación neta a la concentración de CO_2 en plantas C_3 .

La asimilación neta de CO_2 es también una función de la concentración del CO_2 en el ambiente.

Bajo una intensidad luminosa en las plantas C_3 en condiciones naturales, el suministro del CO_2 a los sitios de síntesis es limitante. Cuando aumenta la concentración de este elemento se obtiene también un aumento en la asimilación neta lo que en la práctica se traduce en un aumento de la productividad (Pinto, 1983).

3.2. Función del Nitrógeno en las plantas:

El nitrógeno es esencial para el crecimiento de las plantas, es necesario para la síntesis de la clorofila, los ácidos nucleicos y las proteínas (enzimas y otras). (Comité Soil Improvement, 1998 y Torres, 2001), forma parte de la molécula de clorofila tiene un papel en el proceso de la fotosíntesis. El nitrógeno es también componente de las vitaminas y sistemas de energía de la planta, aumenta el contenido de proteínas de las plantas en forma directa (Fundation For Agronomic Research, 1988).

Su deficiencia provoca reducciones severas en el crecimiento y expansión foliar que reduce la captación de la radiación fotosintéticamente activa, la deficiencia de nitrógeno se evidencia por clorosis (amarillamiento) de las hojas más viejas reduciendo el rendimiento (Torres, 2001).

a. Ciclo de Nitrógeno:

- **Entradas.**

El principal reservorio de nitrógeno es la atmósfera con 78%. Las entradas de N orgánico provienen de los residuos de corral, biosólidos, residuos de plantas y la fijación por organismos del suelo (Murrel, 2003). Las entradas de nitrógeno inorgánico provienen de la aplicación

de fertilizantes comerciales y de las deposiciones hechas por las lluvias. La producción de los fertilizantes nitrogenados es también un proceso de fijación que convierte el N. atmosférico a formas concentradas mas solubles **(Murrel, 2003)**.

Este N gaseoso, está compuesto de 2 átomos de nitrógenos unidos N_2 es un gas inerte y se necesita gran cantidad de energía para romper esta unión y combatirlo con otros elementos como carbono y el oxígeno.

b. Transformaciones:

El N que entra en el suelo está sujeto a muchas transformaciones. La cantidad y tipo de reacciones son los mismos, sin importar si la fuente es orgánica o inorgánica. Las fuentes orgánicas pasan a formar parte de la materia orgánica del suelo. Una parte se convierte en N inorgánico a través del proceso llamado mineralización. El N inorgánico puede convertirse en N orgánico a través del proceso de inmovilización. Por esta razón, una porción del N aplicado, ya sea que provenga de fuentes orgánicas e inorgánicas, pasa a formar parte de la materia orgánica del suelo, mientras que otra porción está presente como N inorgánico **(Murrel, 2003)**.

Existen dos formas principales de N inorgánico en el suelo: amonio (NH_4^+) y nitrato (NO_3^-). El NH_4^+ tiene carga positiva puede regresar también a la solución del suelo. Una porción de NH_4^+ puede también regresar a la solución del suelo. Una porción de NH_4^+ , se convierte en NO_3^- con la mediación de las bacterias del suelo en un proceso llamado nitrificación. El

NH_4^+ puede también ser retenido entre las capas de ciertas arcillas del suelo (fijación de NH_4^+) de donde puede regresar a la solución dependiendo de las condiciones químicas del suelo. Debido a que está cargado negativamente; el NO_3^- se mueve libremente con el agua del suelo y no es retenido por las cargas negativas del suelo. El NH_4^+ y el NO_3^- son las únicas formas de N que pueden ser absorbidas por las raíces de las plantas (Murrel, 2003).

c. Salida

El N puede perderse en el suelo de varias maneras. Los cultivos remueven del campo el N acumulado en las partes cosechadas de las plantas. El N en la materia orgánica y fijado como NH_4^+ en las arcillas pueden perderse con la pérdida de suelo por erosión. El NH_4^+ y el NO_3^- en solución pueden perderse en el agua de escorrentía. En condiciones de suelo húmedo, el NO_3^- puede convertirse a formas gaseosas de N a través del proceso llamado desnitrificación. Estos gases regresan a la atmósfera. Una de estas formas gaseosas de N, el óxido nitroso (N_2O), es un gas invernadero, finalmente, el NH_4^+ puede convertirse en gas amoníaco (NH_3) y regresar a la atmósfera mediante el proceso denominado volatilización (Murrel, 2003).

3.3. El Nitrógeno en el suelo y en el aire

La cantidad de nitrógeno en el suelo en forma disponible para las plantas son pequeñas. Cantidades muy bajas se encuentran en las rocas y en los minerales de las cuales se forman los suelos. Casi todo el nitrógeno del suelo

proviene de la atmósfera, la cual contiene una reserva inagotable de este nutriente. Aproximadamente el 80 % del aire que respiramos es nitrógeno (N_2), cada hectárea de la tierra esta recubierta por aproximadamente 84 000 toneladas de (N_2); pero esta forma de nitrógeno es un gas inerte que debe combinarse con otros elementos antes que las plantas puedan usarlo. El nitrógeno en el suelo está presente en tres formas principales.

- **Nitrógeno Orgánico:** Viene a ser parte de la materia orgánica del suelo que no está disponible para las plantas en crecimiento.
- **Amonio (NH_4^+):** A menudo fijado en minerales arcillosos del suelo y disponible lentamente para las plantas.
- **Iones de Amonio y Nitrato (NO_3^-) y componentes solubles presentes en la solución (agua) del suelo:** viene a ser el nitrógeno que las plantas usan, nitrógeno inorgánico (**Fundation For Agronomic Research, 1988**).

3.4. La urea como fertilizante nitrogenado

La Urea no es un fertilizante amoniacal en la forma que se expende. Se hidroliza rápidamente en carbonato de amonio cuando es puesto en el suelo.

El carbonato de amonio es un compuesto inestable que se descompone rápidamente en iones de carbonato de amonio. El ión amonio es absorbido por el suelo donde finalmente es nitrificado.

La hidrólisis de la urea ocurre en presencia de la enzima ureasa que se encuentra en concentración variable en los suelos. Una vez que ha sido convertida en amonio, la urea se comporta exactamente como cualquier fertilizante nitrogenado.

La urea es una fuente de fertilizante excelente. Se utiliza con las siguientes precauciones:

- a. **La urea se hidroliza rápidamente.** Es posible que cantidades apreciables de amoníaco se pierdan por volatilización si ésta se aplica en superficies cálidas, descubiertas, o suelos con gran cantidad de materia vegetal.
- b. La hidrólisis rápida de la urea en los suelos podría ser la causa del daño por amoníaco que se produce en las plántulas, cuando se aplica muy cerca de estas.
- c. La urea contiene un compuesto biuret y puede ser dañino cuando se aplica en forma foliar (**Fundation For Agronomic Research, 1988**).

3.5. El ciclo del carbono.

El carbono es el elemento básico en la formación de las moléculas de Carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos pues todas las moléculas orgánicas están formadas por cadenas de carbonos enlazadas entre sí.

La reserva fundamental de carbono, en moléculas de CO_2 que los seres vivos puedan asimilar, es la de la atmósfera y la hidrósfera. Este gas esta en la atmósfera en una concentración de mas del 0,03 % y cada año aproximadamente un 5 % de estas reservas de CO_2 se consume en los procesos de fotosíntesis, es decir que todo el anhídrido carbónico se renueva en la atmósfera cada 20 años **(CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MEDIO AMBIENTE, 1999).**

En el ciclo del carbono las plantas toman el carbono de la atmósfera en forma de anhídrido carbónico y en el curso de la fotosíntesis transforman una gran parte de él en sustancias de reserva y en tejidos (glúcidos, lípidos y proteínas). Otra parte del carbono así absorbido pasa de nuevo a la atmósfera en el curso de la respiración vegetal y otra parte se incorpora al suelo a través de las raíces.

Cuando la planta muere el carbono pasa al suelo, sin embargo si es ingerida por un animal, los procesos de digestión de estos se descomponen en compuestos orgánicos más simples y con ellos elaboran su propia materia orgánica (Tejido muscular, reserva, etc.). Al respirar el animal libera anhídrido carbónico y cuando muere su cuerpo se descompone, incorporando el carbono al suelo.

Por último en este la actividad de los organismos descomponedores producen también anhídrido carbónico que se libera en la atmósfera, una pequeña parte se escapa a la actividad bacteriana y se fosiliza **(CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MEDIO AMBIENTE, 1999).**

3.6. Fotosíntesis

La fotosíntesis es un proceso que se desarrolla en dos etapas, la primera es un proceso dependiente de la luz "(etapa clara), requiere de energía de la luz para fabricar moléculas portadoras de energía a usarse en la segunda etapa, en la etapa independiente de la luz (etapa oscura) los productos de la primera etapa son utilizados para formar los enlaces C-C de los carbohidratos (Raisman y González, 2000).

a. Etapa Clara

En la etapa clara la luz golpea a la clorofila excita a un electrón a un nivel energético superior. En una serie de reacciones la energía se convierte (a lo largo de un proceso de transporte de electrones) en ATP y NADPH. El agua se descompone en el proceso liberando oxígeno como producto secundario de la reacción. El ATP y el NADPH se utilizan para fabricar los enlaces C-C en la etapa oscura (Raisman y González, 2000).

b. Etapa Oscura

En la etapa oscura, el anhídrido carbónico de la atmósfera es capturado y modificado por la adición de hidrógeno para formar carbohidratos. (Recuerde que la fórmula general de los carbohidratos es $[\text{CH}_2\text{O}_2]_n$) la transformación del anhídrido carbónico en un compuesto orgánico se conoce como fijación del carbono. La energía para ello proviene de la primera fase de la fotosíntesis. Los sistemas vivos no pueden utilizar directamente la energía de la luz (Raisman y González, 2000).

3.7. Efecto invernadero

Los gases del efecto invernadero ocurren naturalmente en la atmósfera. absorbiendo la radiación térmica emitida por la superficie de la tierra, tienen un efecto de protección sobre ella, esto se conoce como el efecto invernadero natural.

El vapor de agua es el más importante de los gases de invernadero en términos de la atmósfera, aunque no es directamente afectado por la actividad humana. Aquellos que si son afectados por la actividad humana incluyen el dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4); óxido nitroso, los clorofluorocarbonos (CFCs) y ozono. Estos gases absorben más del 90% de la radiación infrarroja que es emitida desde la tierra. Como resultado, el calor es atrapado en la atmósfera, creando una temperatura superficial promedio de 15°C . Sin estos gases de invernadero, la superficie de la tierra sería alrededor de 30°C más fría. Recientemente, la concentración de gases de invernadero ha crecido rápidamente, produciendo un gran efecto invernadero (ECOSUR, 2000).

3.8. Gases de Invernadero.

Dichos gases son en orden de importancia de sus efectos: vapor de agua; CO_2 ; (CFC); CH_4 ; N_2O ; y O_3 , otros gases, incluidos el N_2 y O_2 tienen, influencia térmica ínfima. El efecto respectivo es aproximadamente: 46 %; 25 %; 13 %; 8 % y 4 %. El 4 % restante corresponde a otros gases. No se incluye aquí el vapor de agua (Maisonnavé, 1997).

Cuadro 1: Emisiones de CO₂ en diferentes países

EMISIONES DE CO ₂	Total de emisiones (1)		Emisiones por habitante (2)	
	1990	1995	1990	1995
Australia	72	82	4,3	4,5
Austria	16	16	2,1	1,9
Bélgica	30	33	2,1	1,9
Alemania	268	239	3,4	2,9
Canadá	118	129	4,2	4,3
Dinamarca	14	17	2,8	3,2
Estados Unidos	1335	1427	5,3	5,4
España	59	69	1,5	1,8
Finlandia	15	18	2,9	3,6
Francia	103	97	1,8	1,7
Grecia	20	21	2,0	2,1
Islandia	1	1	2,6	2,5
Irlanda	9	10	2,6	2,7
Italia	111	116	2,0	2,0
Japón	291	315	2,3	2,5
Luxemburgo	3	2	7,8	6,1
Nueva Zelanda	7	8	2,0	2,2
Noruega	9	8	2,0	1,8
Portugal	11	14	1,1	1,4
Reino Unido	159	153	1,7	1,7
Suecia	14	15	1,7	1,7
Suiza	12	11	1,8	1,6
Turquía	38	43	0,7	0,7

(1) Millones de toneladas de carbón.

(2) Toneladas de carbón.

Fuente: ECOSUR, 2000.

La otra causa mayor en el incremento de la concentración de CO₂ es el cambio de uso de la tierra. La vegetación y la tierra de las áreas forestales retienen de 20 a 100 veces más carbono por unidad de área que los sistemas agrícolas. Cuando los bosques son convertidos a tierras para agricultura o ganadería, gran parte de este carbono se libera hacia la atmósfera. La liberación total de carbono por la deforestación desde 1850 ha sido aproximadamente de 120 billones de toneladas.

De la misma manera es posible revertir la pérdida de carbono reforestando la tierra, y así recapturar el CO₂ de la atmósfera. Este sistema, conocido como

captura de carbono, podría contribuir significativamente a reducir el calentamiento global. (ECOSUR, 2000).

3.9. Carbono almacenado

Se relaciona a la capacidad del bosque de mantener una cierta cantidad de biomasa por hectárea, la cual está en función de su heterogeneidad afectado por las condiciones de suelo y clima.

Los árboles tienen la capacidad de almacenar el dióxido de carbono de la atmósfera basado en el hecho de que la fotosíntesis absorbe el dióxido de carbono que luego utiliza para generar el alimento necesario para su crecimiento, estimándose en la actualidad que en una hectárea de plantación arbórea puede absorber alrededor de 10 t de carbono de la atmósfera dependiendo de las condiciones del lugar.

Se asume que el 45 % de la biomasa vegetal total es carbono. Por lo tanto en los bosques existe acumulación de carbono que no es liberado a la atmósfera. En ecosistemas de bosques tropicales la biomasa seca puede variar entre 150 y 382 t.ha⁻¹, por lo tanto la capacidad máxima de carbono almacenado varía entre 67,5 a 171 t.ha⁻¹ (Alegre, Arévalo y Palm, 2000).

3.10. Carbono secuestrado

Es el carbono que está fijado en forma continua en cualquier sistema de uso de la tierra como consecuencia de alguna intervención sobre áreas degradadas o en proceso de degradación, es decir en tierras que han sido cambiadas su uso. Estas intervenciones pueden ser programas de manejo de suelos.

Generalmente, para hacer el estimado de flujos de carbono en estos tipos de sistemas se hacen en toneladas de carbono por hectárea y año ($\text{t C. ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$), se seleccionan diferentes sistemas de uso de la tierra cuyos antecedentes (tiempo de uso principal) son conocidos por los agricultores que van desde bosques primarios, áreas quemadas para cultivos anuales o plantaciones perennes, bosques secundarios a diferentes edades, pasturas y sistemas agroforestales, barbechos mejorados, silvopastoriles, etc. **(Alegre, Arévalo y Palm, 2000).**

3.11. ¿Cuanto de carbono puede ser capturado?

El establecimiento de plantaciones forestales en áreas que previamente se usaron como pastizales pueden incrementar el nivel de carbono almacenado en la vegetación en 120 t C. ha^{-1} **(ECOSUR, 2000).**

Mediante el cultivo de árboles madereros y frutales intercalados con cultivos anuales, tales como el maíz o cultivos perennes tales como el café, se pueden capturar alrededor de 70 t C. ha^{-1} **(ECOSUR, 2000).**

Donde los bosques cerrados están bajo amenaza, su protección puede evitar pérdidas hasta de 300 t C. ha^{-1} ; y allí donde los bosques están destruidos o degradados, un cuidadoso manejo de recursos y restauración forestal puede aumentar el almacenamiento de carbono en casi 120 tC.ha^{-1} **(ECOSUR, 2000).**

3.17 Costo de carbono capturado

Actualmente, el costo promedio de captura de carbono es \$ 35,00 US por tonelada de carbono.

En un principio, la Federación Internacional 1'Automobile ha accedido a comprar 5.000 toneladas de carbono anuales en créditos, a través de la Internacional Carbón Sequestration Federation, para así compensar la emisión de carbono generada en las competencias de Fórmula 1 (**ECOSUR, 2000**).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del experimento

El presente trabajo de investigación se realizó en los campos de la Estación Experimental Agraria “El Porvenir”, el cual se encuentra ubicado en el Km 14,5 Carretera Marginal Sur “Fernando Belaunde Terry”, Distrito de Juan Guerra.

Ubicación Geográfica

Longitud Oeste : 76° 5'
Latitud Sur : 6° 35'
Altitud : 232 m. s. n. m..

Ubicación Política

Distrito : Juan Guerra
Provincia : San Martín
Región : San Martín

4.2. Clima

Ecológicamente el área de trabajo se encuentra en la zona de vida de bosque seco tropical (bs-t) en la Selva Alto del Perú con una temperatura máxima anual de 27 °C, precipitación promedio anual de 1206 mm y una humedad relativa de 79 % (ONERN, 1992).

4.3. Historia del campo experimental.

El presente trabajo de tesis, se instaló en los semilleros de la Estación Experimental “El Porvenir” donde se viene trabajando durante 20 años en la producción de semilla básica y registrada de arroz, bajo riego al trasplante.

Cuadro 2: Datos meteorológicos de Octubre del 2002 hasta Marzo del 2003.

Meses	Temperatura °C			H, R, %	pp, mm
	Máxima	Media	Minima		
Octubre	34,50	27,70	21,50	75,00	90,50
Noviembre	33,20	27,10	21,70	77,00	82,80
Diciembre	34,20	28,20	21,90	76,00	90,70
Enero	34,00	22,20	28,00	73,00	140,70
Febrero	33,90	22,60	27,40	74,00	48,80
Marzo	32,70	21,90	26,40	74,00	152,10
Total	202,50	149,70	146,90	449,00	605,60
Promedio	33,75	24,95	24,48	74,83	100,90

Fuente: Estación Meteorológica "El Porvenir".

4.4. Características de suelo

El análisis físicos-químicos del suelo se realizó en el laboratorio de suelos de Instituto de Cultivos Tropicales (ICT-NAS). Los resultados de este análisis nos indican que se trata de un suelo de textura arcillosa, de reacción ligeramente alcalina, con un contenido media de materia orgánica y bajo nitrógeno, con un contenido medio de fósforo y bajo de potasio y una relación calcio / magnesio alto.

Cuadro 3: Resultados de Análisis físico-químico del suelo.

Muestra	Resultados	Interpretación	Método
Arena (%)	36,24	Arcilloso	Bouyucos
Limo (%)	10,20		Bouyucos
Arcilla (%)	53,56		Bouyucos
Materia orgánica (%)	2,18	Medio	Walkley y Black
Nitrógeno (%)	0,098	Bajo	-----
Fósforo (ppm)	8,7	Medio	Olsen Modificado
Potasio (meq/100 g suelo)	0,35	Bajo	Fotometría
pH	7,3	Lig. Alcalino	Potenciómetro
Ca + Mg (Meq/100 g suelo)	34,65	Alto	Versenato

Fuente: L. S. ICT-NAS.

4.5. Diseño y características del campo experimental

4.5.1. Tratamiento en un Diseño de Bloques con arreglo factorial de 4 x 4

(Dosis de fertilización vs. Tiempo)

Factor A: Dosis de fertilización nitrogenada

A₁: 0 Kg. N.ha⁻¹

A₂: 120 Kg. N.ha⁻¹

A₃: 140 Kg. N.ha⁻¹

A₄: 160 Kg. N.ha⁻¹

Factor B: Tiempo (Días después del Trasplante)

B₁: 30 días DDT

B₂: 60 días DDT

B₃: 90 días DDT

B₄: 120 días DDT

4.5.2. Tratamiento en un Diseño Completos al Azar (DCA), para la evaluación de parámetros evaluados a la cosecha

T₁: 0 Kg N. Ha⁻¹

T₂: 120 Kg N. Ha⁻¹

T₃: 140 Kg N. Ha⁻¹

T₄: 160 Kg N. Ha⁻¹

a. Característica del campo Experimental

Del experimento:

Largo	:	60,00 m
Ancho	:	24,80 m
Área	:	1 488 m ²
Bloques	:	04
Unidades Experimen/Bloques :		04

Bloque

Largo	:	55,80 m
Ancho	:	5,00 m
Área del bloque	:	279,0 m ²
Separación entre bloques	:	1,00 m

Unidad Experimental

Largo	:	14,20 m
Ancho	:	5,00 m
Área	:	71 m ²
Separación entre Unidades	:	1,0 m
Hileras por Unidad Experimen. :		21 x 60
Distancia entre hileras	:	0,25 m.
Distancia entre plantas	:	0,25 m
Plantas por golpe	:	5,00

Area neta a evaluar***Biomasa aérea:***

Largo	:	1,0 m.
Ancho	:	1,0 m.
Área Total	:	1,0 m ²

4.6. Conducción del experimento**a. Almacigo**

La preparación del terreno consistió en la eliminación de la vegetación, remoción del suelo, con el uso de palanas de corte, batido y nivelación fina utilizando paletas de madera.

En una lámina de agua de 5 cm, se fertilizó empleando urea (46% N) a una dosis de 90 Kg.ha⁻¹, aplicando a los 15 días después de la siembra. La úrea aplicada para una área de 63 m² fue de 1 150 g.

b. Campo definitivo

La preparación del suelo en el campo definitivo, comprendió la limpieza y mecanización del suelo.

Inicialmente se realizó una pasada de arado, luego se continuó con una doble pasada con rastra (semi pesada) para mullir bien el suelo. Posteriormente se delineó con estacas, se confeccionó los bordes, terminando con la nivelación de las unidades experimentales y con la instalación de los sistemas de riego.

c. Trasplante

El trasplante se efectuó una vez preparado el suelo, el cual contenía las dosis homogenizadas de fósforo y potasio, previamente regado y/o inundado.

Las plántulas fueron trasplantadas cuando estas tuvieron 30 días en el almácigo; empleándose de 4 a 6 plantas por golpe con un promedio de 5 plántulas por golpe, el cuidado de las plántulas (garbas) fue óptima ya que se evitó que estuvieran sin trasplantar mucho tiempo, es decir, expuestos al sol. El distanciamiento fue de 0,25 m entre hileras y 0,25 m. entre golpes.

d. Fertilización

La fertilización en campo definitivo se realizó empleando como fuente Nitrogenada Urea (46% N) a dosis de 120 Kg N.ha⁻¹ (5.34 bolsas.ha⁻¹); 140 Kg N.ha⁻¹ (6,22 bolsas.ha⁻¹) y 160 Kg N.ha⁻¹ (7,11 bolsas.ha⁻¹); las tres dosis fueron aplicadas en forma fraccionada (50 % y 50 %) al voleo. Así mismo se aplicó fósforo (superfosfato triple de calcio 46 % P₂O₅), a dosis de 60 Kg.ha⁻¹ y también se aplicó potasio (cloruro de potasio 60 % K₂O), a dosis de 60 Kg.ha⁻¹.

e. Riegos

Los riegos se efectuaron de acuerdo a las necesidades del cultivo; tomando en cuenta las épocas críticas de macollamiento, floración y llenado de grano.



f. Control fitosanitario

Para el manejo de plagas se realizó el drenaje de las pozas por la presencia de mosquilla o mosca minadora (*Hydrella wirthi*), Gorgojito de agua, (*Lissorhoptrus* sp.); Novia del arroz (*Rupela albinella*); chinche de la panoja (*Oebalus* sp.) y la Sogata (*Tagosodes oryzicolus*); es decir realizando un control cultural se pudo evitar mayores daños en el cultivo. También se controló las malezas con herbicidas pre y post emergentes.

g. Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual; en un área neta de 5,0 m² con dos submuestras para cada unidad experimental, descartando los contornos para evitar el efecto de borde.

4.7. Observaciones registradas.

a. Peso de carbono capturado en biomasa aérea

Se eligió al azar 1 m² del terreno (4 repeticiones), de la parcela total, para cortar toda la biomasa aérea del cultivar de arroz desde la base del tallo (25 golpes, sin la obtención de las raíces), se obtuvo el peso fresco total.

Luego se obtuvieron pesos de submuestras en el campo y estas fueron sometidos al secado en estufa por espacio aproximado de 72 horas, hasta que la submuestra obtenga el peso constante; posteriormente este peso se multiplicó por 0,45 (peso constante de carbono en biomasa), llegándose a registrar el peso o la captura de carbono en la biomasa aérea del cultivo.

b. Rendimiento de grano por hectárea.

Se realizaron dos repeticiones por parcela (5,0 m²) determinando el rendimiento en Kg.ha⁻¹, de arroz en cáscara ajustándose los datos al 14% de humedad.

$$\text{Rdto. 14 \% H} = \frac{100 - \text{HC}}{100 - \text{hc}}$$

donde:

HC: Humedad de campo a la cosecha

hc: Humedad comercial

c. Número de panojas por metro cuadrado

Se determinó el número de panojas activas por metro cuadrado, basándose en 16 golpes, en cada unidad experimental.

d. Número de granos llenos por panoja

Por cada parcela se tomaron 08 panojas al azar para determinar la fertilidad de los granos basándose en el número de granos llenos por panoja.

e. Peso de 1000 granos

Se tomó 1000 granos enteros por cada parcela con un contenido de humedad del 14 % y se calculó el promedio de sus pesos en gramos.

f. Macollamiento total

Se determinó el número de macollos totales, las evaluaciones fueron realizadas en 5 golpes al azar de cada uno de las unidades experimentales.

g. Altura de plantas

Se midió la altura al 90 % de maduración, desde la superficie del suelo hasta el ápice de la panícula más alta, se evaluaron ocho plantas al azar de cada unidad experimental.

h. Análisis económico

Luego de sacar los costos totales de producción y los rendimientos de cada tratamiento, se efectuó el análisis económico, teniendo en consideración el costo ambiental (toneladas de carbono capturado).

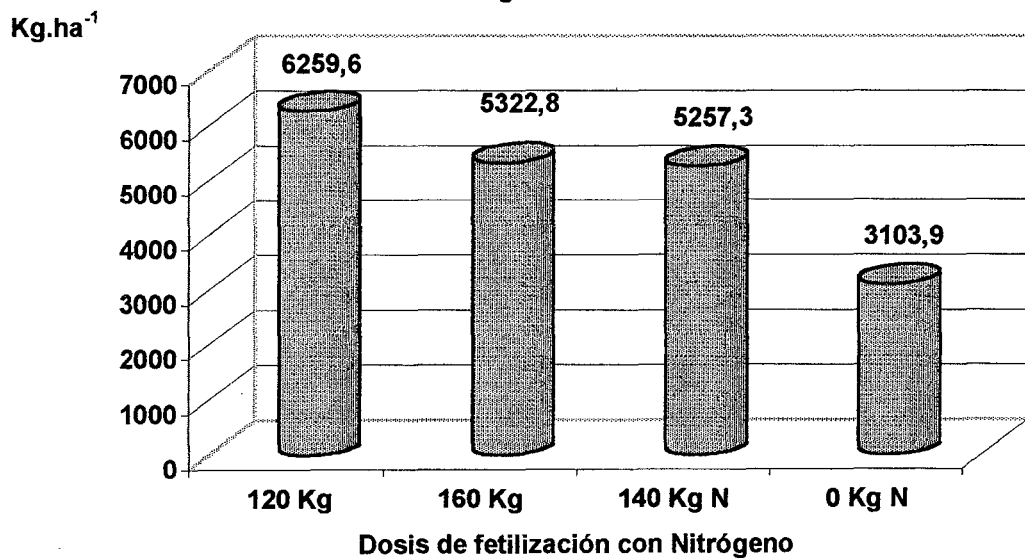
V. RESULTADOS

5.1. Carbono total

Cuadro 4: Prueba Duncan para carbono total promedio por meses en dosis de N.ha⁻¹ promedios del factor A.

Factor	Descripción	Carbono Kg.ha ⁻¹	Signif. (0.05)
A ₂	120 Kg N.ha ⁻¹	6259,60	a
A ₄	160 Kg N.ha ⁻¹	5322,80	b
A ₃	140 Kg N.ha ⁻¹	5257,30	b
A ₁	0 Kg N.ha ⁻¹	3103,90	c
R ² = 91,57 % C. V. = 29,21 % Sx =1465,01 X = 5014,63			

Gráfico 1: Carbono en biomasa aérea total promedio por dosis de N Kg.ha⁻¹



Cuadro 5: Prueba de Duncan para carbono total promedio por meses DDT.
(Factor B).

Factor	Descripción	Carbono Kg.ha ⁻¹	Significancia
B ₂	60 ddt	9984,20	a
B ₃	90 ddt	7079,90	b
B ₄	120 ddt	2633,40	c
B ₁	30 ddt	361,00	d

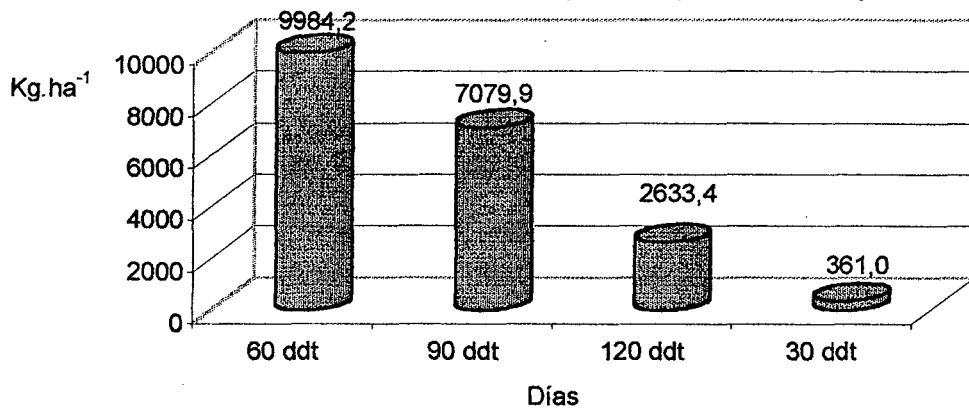
Gráfico 2: Carbono en biomasa área total promedio por meses en Kg.ha⁻¹

Gráfico 3: Curva de regresión para carbono capturado cada 30 días

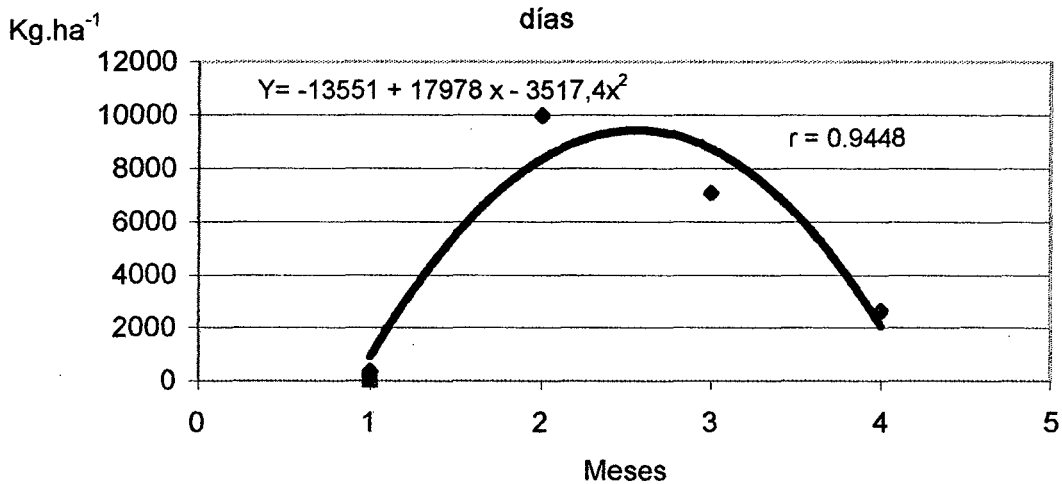
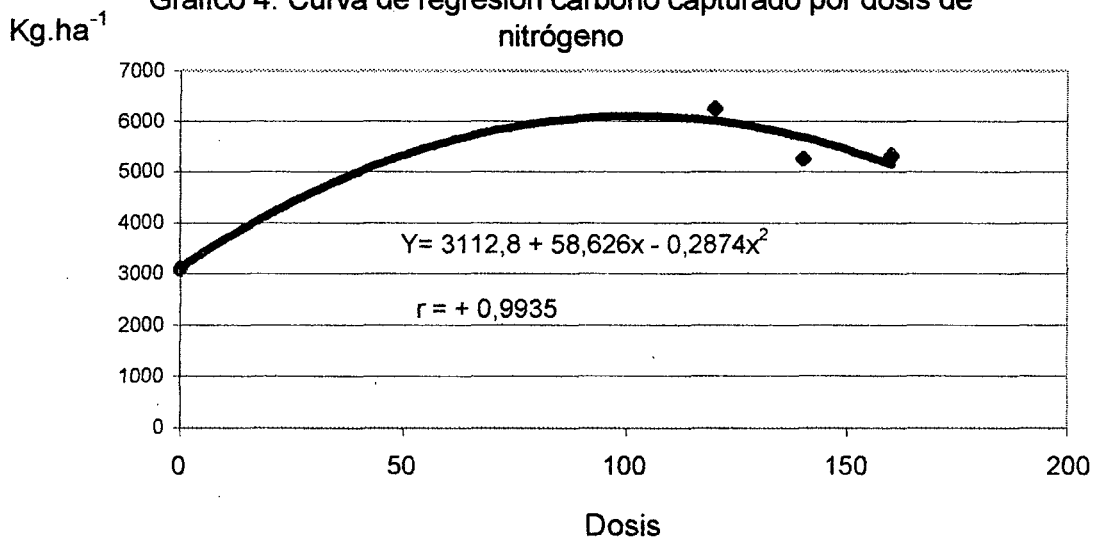


Gráfico 4: Curva de regresión carbono capturado por dosis de nitrógeno

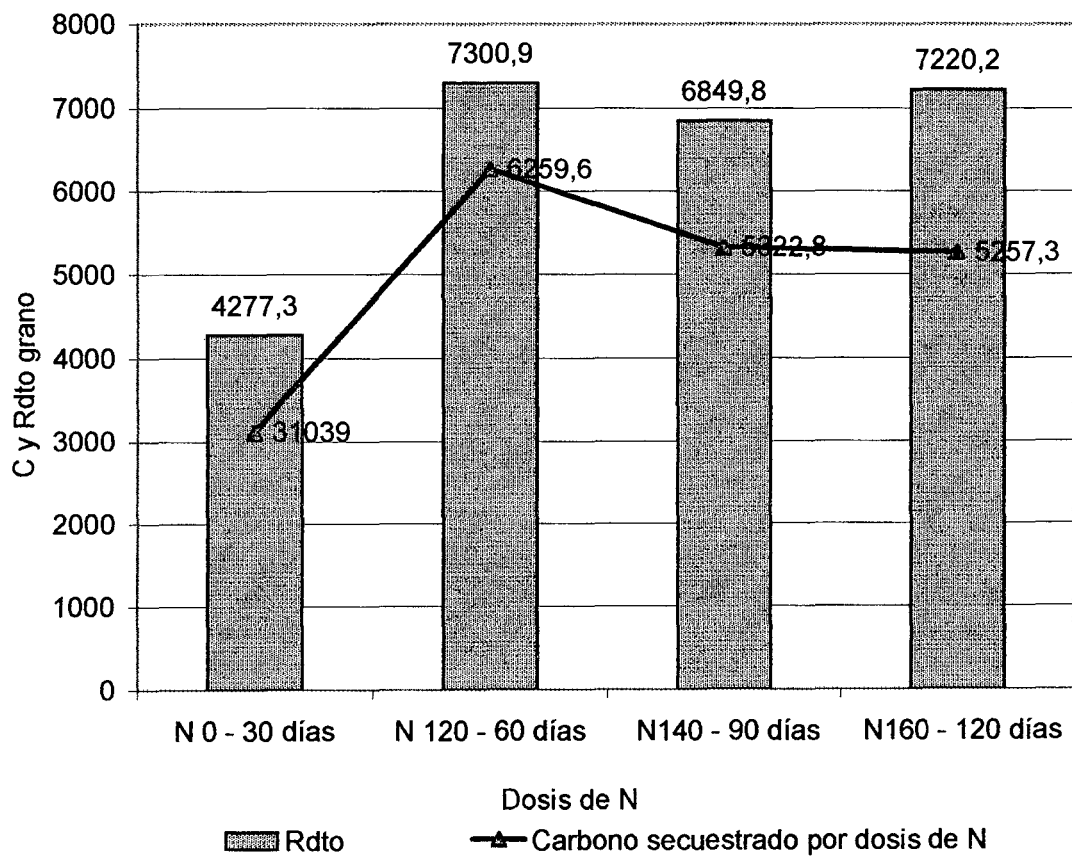


5.2. Rendimiento

Cuadro 6: Prueba de Duncan para rendimiento por hectárea.

Tratamientos	Descripción	Rendimiento Kg/ha	Significancia
2	120 Kg N/ha	7300,90	a
4	160 Kg N/ha	7220,20	a
3	140 Kg N/ha	6849,80	a
1	0 Kg N/ha	4277,30	b
$R^2 = 89,89 \%$ C. V. = 8,92 % Sx = 572,26 X = 6412,05			

Gráfico 5 : Rendimiento de grano Vs. Carbono en biomasa

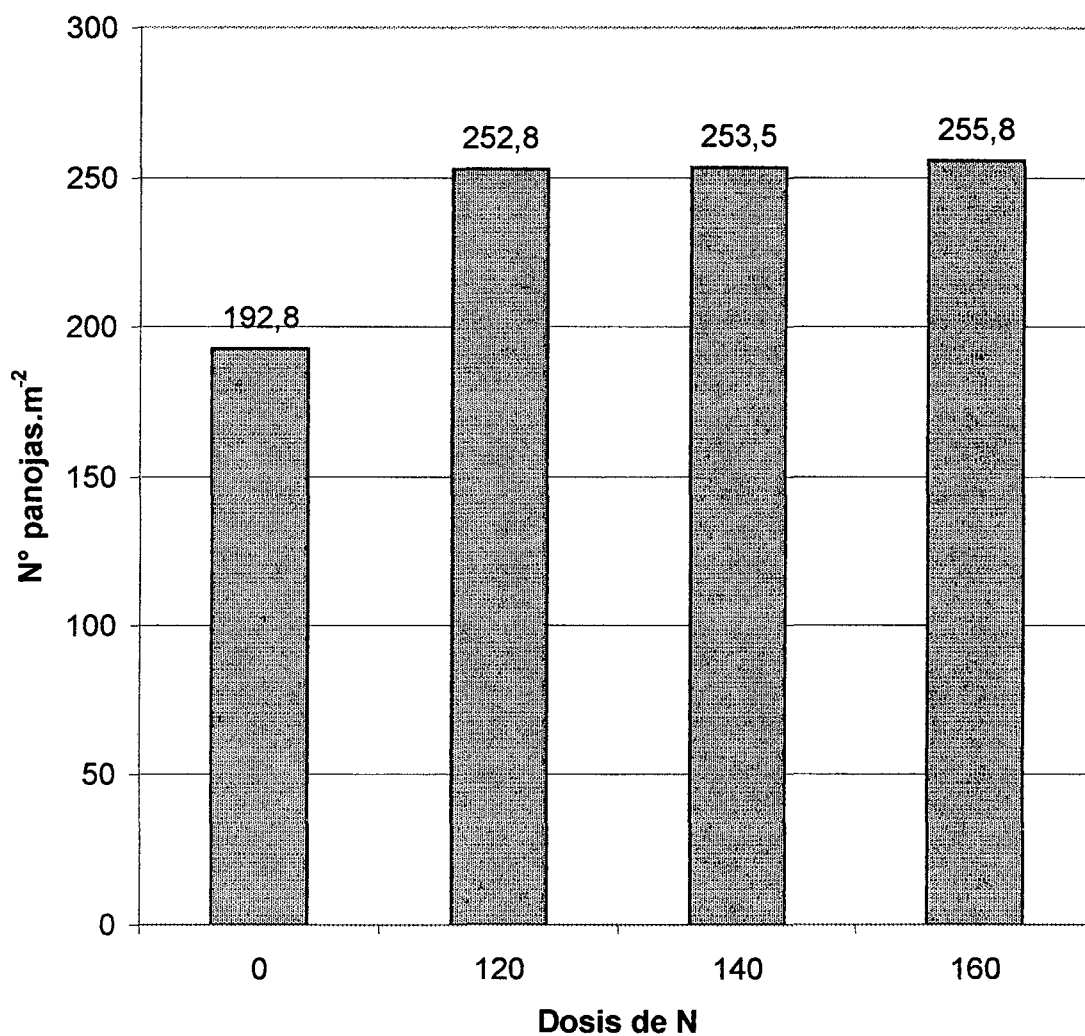


5.3. Panojas

Cuadro 7: Prueba de Duncan para número de panojas por m².

Tratamientos	Descripción	Panojas	Significancia
4	160 Kg N.ha ⁻¹	255,68	a
3	140 Kg N.ha ⁻¹	253,45	a
2	120 Kg N.ha ⁻¹	252,17	a
1	0 Kg N.ha ⁻¹	192,65	b
R ² = 86,42 % C. V. = 3,29 % Sx = 0,51 X = 15,41			

Gráfico 6: Panojas.m⁻²

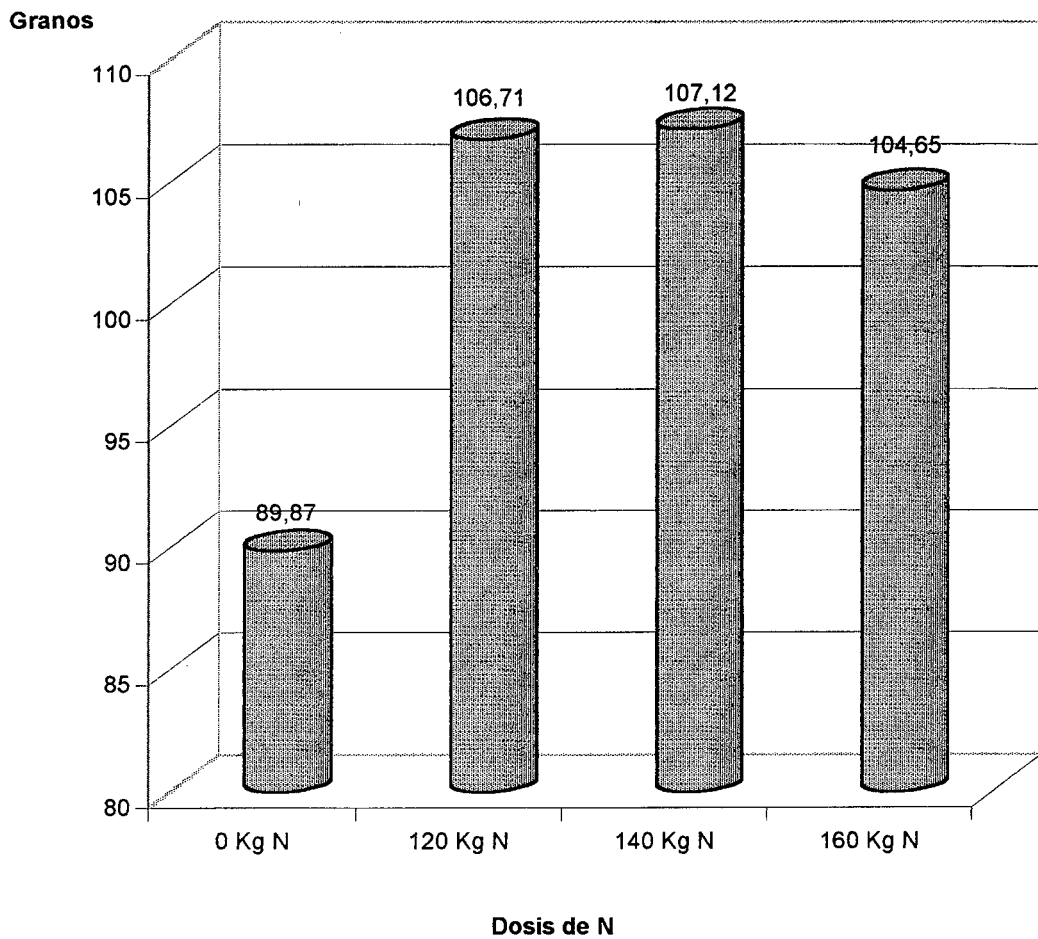


5.4. Granos por panoja

Cuadro 8: Prueba de Duncan para granos llenos por panoja.

Tratamientos	Descripción	Granos	Significancia
3	140 Kg N.ha ⁻¹	107,12	a
2	120 Kg N.ha ⁻¹	106,71	a
4	160 Kg N.ha ⁻¹	104,65	a
1	0 Kg N.ha ⁻¹	89,87	b
R ² = 60,84 % C. V. = 3,87 % Sx = 0,39 X = 10,09			

Gráfico 7: Granos llenos por panoja

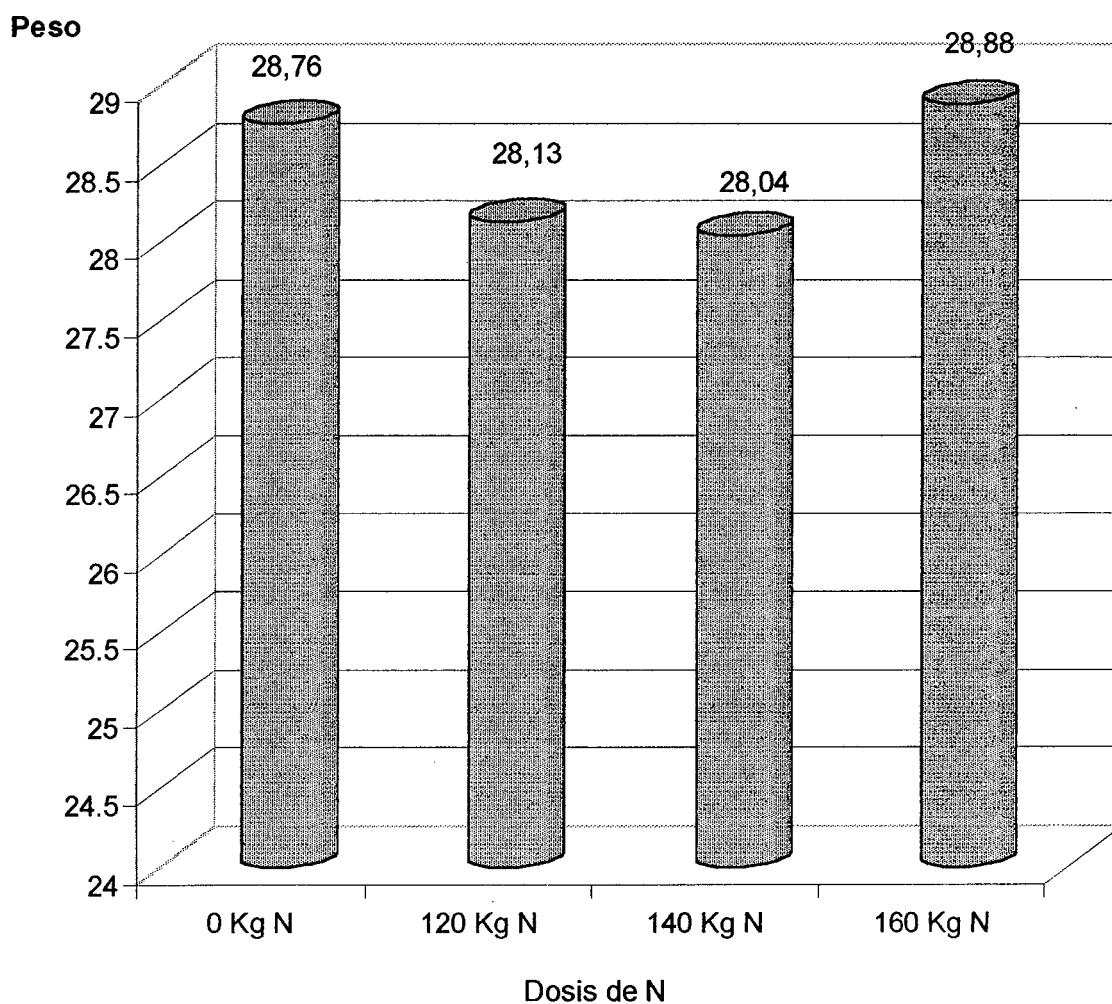


5.5. Peso de granos

Cuadro 9: Prueba de Duncan para peso de 1000 granos al 14 % de humedad.

Tratamientos	Descripción	Peso	Significancia
4	160 Kg N.ha ⁻¹	28,88	a
1	0 Kg N.ha ⁻¹	28,76	a
2	120 Kg N.ha ⁻¹	28,13	a
3	140 Kg N.ha ⁻¹	28,04	a
R ² = 47,32 % C. V. = 2,58 % Sx = 0,73 X = 28,45			

Gráfico 8: Peso de 1000 granos

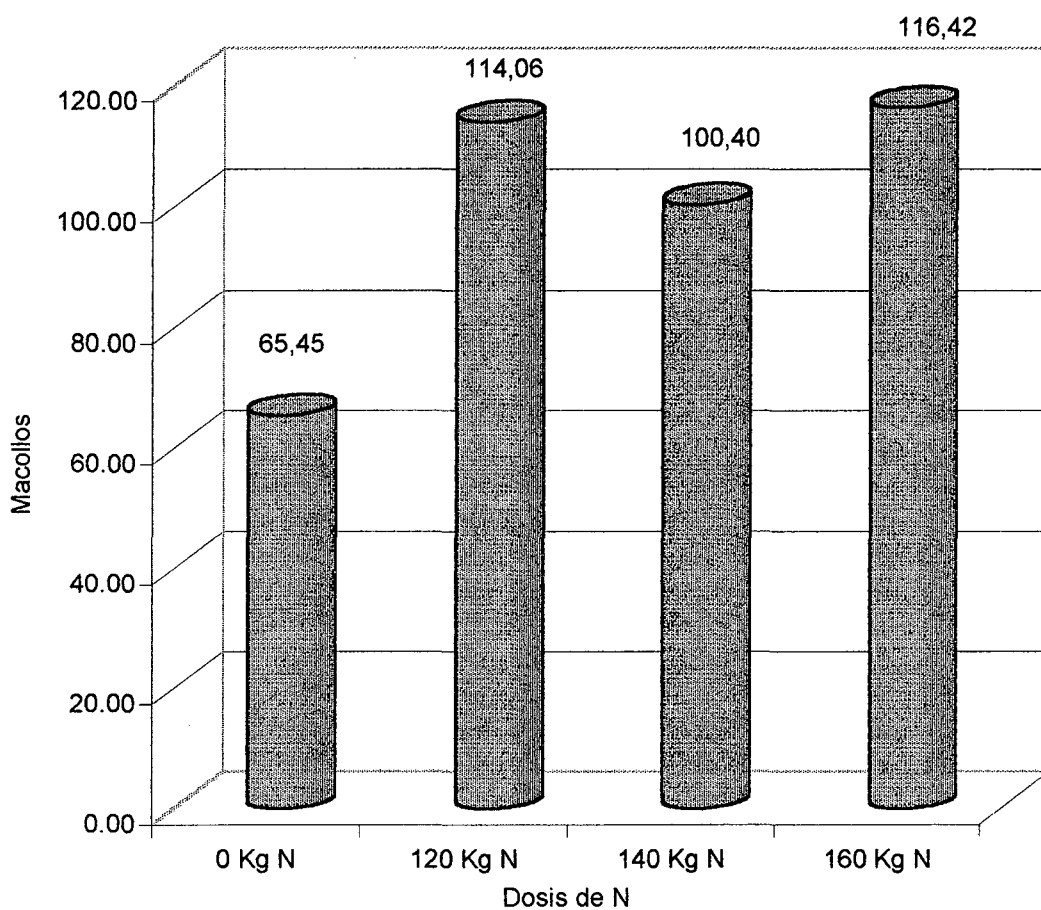


5.6. Macollamiento

Cuadro 10: Prueba de Duncan para el macollamiento total.

Tratamientos	Descripción	Macollamiento	Significancia
4	160 Kg N.ha ⁻¹	116,42	a
2	120 Kg N.ha ⁻¹	114,06	a
3	140 Kg N.ha ⁻¹	100,40	a
1	0 Kg N.ha ⁻¹	65,45	b
R ² = 78,55 % C. V. = 7,71 % Sx = 0,76 X = 9,89			

Gráfico 9: Macollamiento total

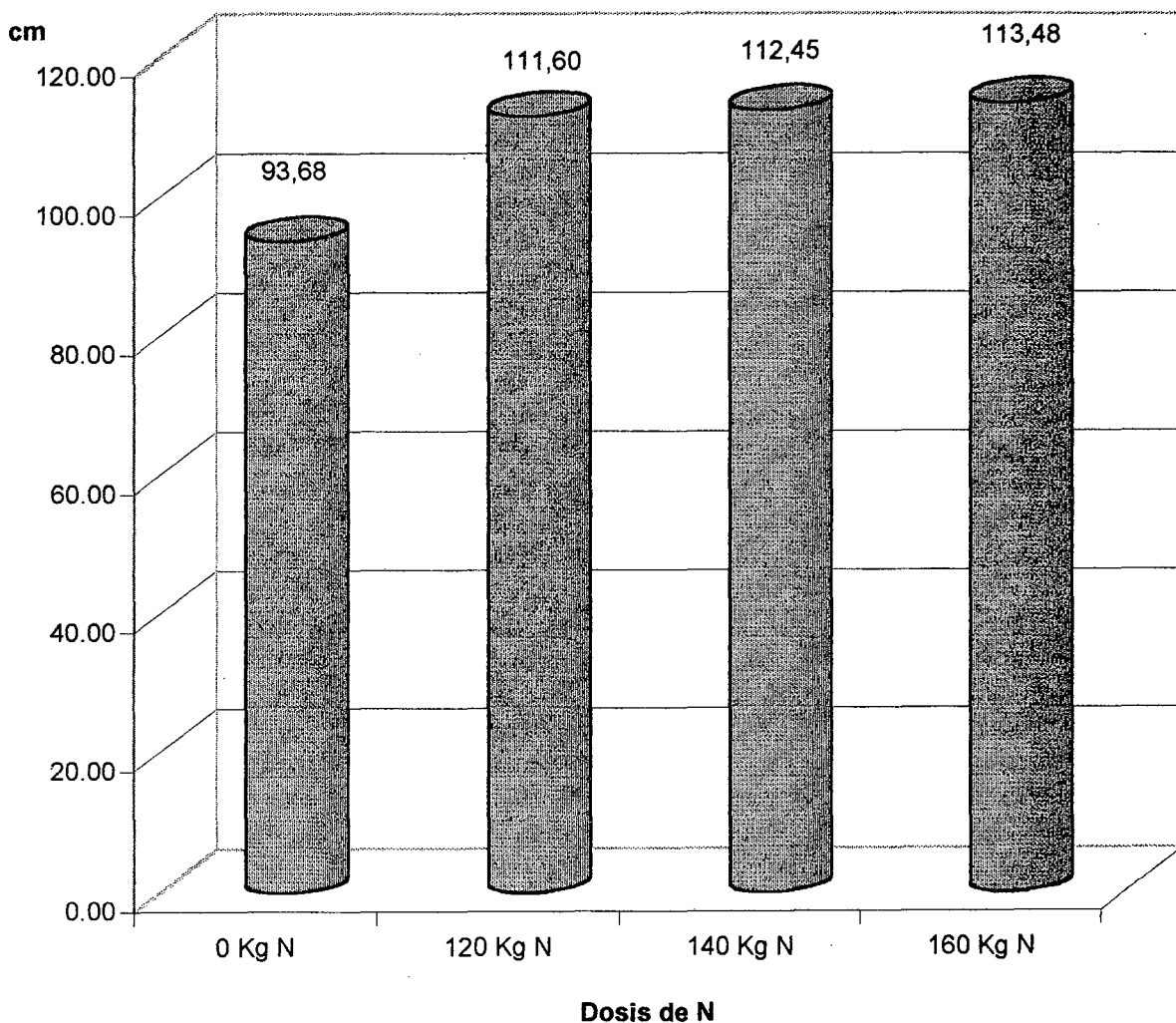


5.7. Altura de plantas

Cuadro 11: Prueba de Duncan para altura máxima de plantas.

Tratamientos	Descripción	Altura (cm)	Significancia
4	160 Kg N.ha ⁻¹	113,48	a
3	140 Kg N.ha ⁻¹	112,45	a
2	120 Kg N.ha ⁻¹	111,60	a
1	0 Kg N.ha ⁻¹	93,68	b
R ² = 94,28 % C. V. = 2,60 % Sx = 2,81 X = 107,78			

Gráfico 10: Altura máxima de la planta



5.9. Análisis económico de los tratamientos

Cuadro 12: Análisis económico de los tratamientos en estudio.

Tto.	Rendimiento t/ha				Beneficio Total de Arroz S/.	Beneficio Total de C. A. + Arroz S/.	Costo total S/.	Beneficio Neto Arroz S/.	Beneficio Neto A + C. A. S/.	Relación b/c de Arroz	Relación b/c de A + C. A
	Arroz t.	Precio S/.t	Carbono t.	C. A* S/.t							
2	7,30	500,00	2,61	122,50	3650,00	3969,73	3735,06	-85,06	234,67	0,98	1,06
4	7,22	500,00	3,26	122,50	3610,00	4009,35	3831,44	-221,44	177,91	0,94	1,05
3	6,85	500,00	2,87	122,50	3425,00	3776,58	3751,70	-326,70	24,88	0,91	1,01
1	4,28	500,00	1,80	122,50	2140,00	2360,50	3181,05	-1041,05	-820,55	0,67	0,74

Fuente: (ECOSUR 2000)

- Costo $TM.ha^{-1}$ de carbono secuestrado: \$35.00.
- C. A.: Carbono acumulado (Costo ambiental).
- Carbono en toneladas: Datos obtenidos del cuadro 24 del anexo al cuarto mes de evaluación.

VI. DISCUSIONES

6.1. Carbono total expresado en Kg.ha^{-1}

En el cuadro 13 (anexo), 4 y 5 se presentan el análisis de varianza, la prueba de Duncan para los promedios del factor A (Dosis de N.ha^{-1}) y la prueba de Duncan para los promedios de factor B (tiempo después del trasplante) respectivamente; así mismo, los gráficos 1 y 2 representan los promedios obtenidos para el carbono total acumulado en la biomasa aérea por dosis de fertilización nitrogenada y el carbono total acumulado en la biomasa aérea obtenida cada 30 días. La prueba F en el análisis de varianza arrojó diferencia estadística significativa para los promedios del factor A y B esto se corrobora con la prueba de Duncan para los promedios de los tratamientos evaluados en la biomasa aérea a los 30, 60, 90 y 120 días después del trasplante y por la prueba de Duncan para los promedios obtenidos en los tratamientos con diferentes dosis de fertilización nitrogenada.

Los valores obtenidos para C. V. con 29,21% y R^2 con 91,57% corroboran la confiabilidad de la información obtenida en campo y la alta determinación entre la variable evaluada y los tratamientos en estudio.

El cuadro 4, nos muestra diferencia estadística entre los tratamientos; donde el tratamiento A_2 (120 Kg de N.ha^{-1}) con un promedio de 6 259,6 Kg.ha^{-1} de C superó estadísticamente a los tratamientos A_4 (160 Kg de N.ha^{-1}) y A_3 (140 Kg de N.ha^{-1}) los cuales alcanzaron promedios de 5322,80 Kg.ha^{-1} y 5257,30 Kg.ha^{-1} respectivamente y estos a su vez difieren estadísticamente del

tratamiento A_1 (testigo) el cual alcanzó un promedio de 3103,90 Kg.ha⁻¹. El gráfico 1 confirma estos resultados.

El cuadro 5, nos muestra diferencia estadística entre los tratamientos, donde el tratamiento B_2 (60 ddt) con 9984,20 Kg C.ha⁻¹ superó estadísticamente a los demás tratamientos evaluados, B_3 , B_4 y B_1 los cuales alcanzaron promedios de 7079,9 Kg C.ha⁻¹ (90 ddt), 2633,40 Kg C.ha⁻¹ (120 ddt) y 361,0 Kg C.ha⁻¹ (testigo) respectivamente, así mismo, el gráfico 2 confirma estos resultados.

En el gráfico 3 observamos la curva de ajuste a una ecuación polinómica cuadrática, donde dado valores mínimos de la variable días, vemos que la pendiente es positiva por el coeficiente de regresión " $b = + 17978$ ", asumiendo un ángulo mayor de 45 °; asimismo cuando transcurren los días, a partir de los 60 días, vemos que la pendiente es negativa por el coeficiente de regresión " $c = - 3517,4$ ", en la cual la curva tiende a descender, formando así una parabólica. La captura de carbono va disminuyendo al transcurrir los 60 días, porque la planta de arroz es considerada como C_3 , por los procesos fisiológicos de fotorespiración y respiración mitocondrial (PINTO, 1983).

En el gráfico 4, se observa la curva de ajuste a una ecuación cuadrática, con una leve pendiente positiva por el coeficiente de regresión " $b = + 58,626$ ", siendo el punto más alto al aplicar la dosis de 120 Kg. N.ha⁻¹ y descendiendo en las subsiguientes dosis como 140 y 160 Kg. N.ha⁻¹ respectivamente, indicado por el coeficiente de regresión " $c = - 0,2874$ ". Demostrando que por

la ley de mínimos, el cultivo de arroz tiene una dosis óptima de asimilación de nitrógeno, observando que la mayor captura de carbono se obtuvo con la dosis de 120 Kg. N.ha⁻¹.

Asimismo se indica que las dos variables en discusión, carbono capturado y dosis, están íntimamente correlacionados, por el índice de correlación " $r = 0,9935$ ". Esto demuestra que la captura de carbono mantiene una relación muy cercana con las dosis de N.ha⁻¹ aplicadas al cultivo.

Estos resultados se explican debido a que la planta de arroz esta considerada como C₃ y le juega un rol característico en su desarrollo y comportamiento fisiológico de este tipo de plantas. Esto es corroborado por **(PINTO, 1983)**, considerando la mayor cantidad de plantas cultivadas en regiones templadas y casi la totalidad de los árboles, son plantas que fijan en primer lugar el CO₂ en forma de un ácido que posee tres átomos de C, el ácido 3 fosfoglicérico, de ahí su nombre de plantas C₃.

El mismo autor **(PINTO, 1983)**, menciona que los procesos fotoquímicos, en el ciclo de Calvin y partes de las reacciones de la fotorespiración, se realizan en los cloroplastos. Este proceso ocurre normalmente durante el día y constituye una pérdida importante del carbono asimilado y de la energía por las plantas, especialmente en aquellas con metabolismo C₃.

Así mismo, la temperatura óptima para la asimilación de CO₂ en las C₃, fluctúa entre 10 y 25 °C, un aumento de éste incrementa la fotorespiración,

registrándose en algunas plantas C_3 pérdidas de hasta el 50 ó 60 % del carbono asimilado.

Así mismo la estación meteorológica "El Porvenir" registró datos de temperaturas en promedio total de los meses que se desarrolló el experimento , con temperaturas promedios máximas, medias y mínimas de 33,75; 24,95 y 24,98°C respectivamente, pudiendo deberse también las pérdidas de carbono asimilado que el cultivo registra por causas de estas temperaturas relativamente altas y en algunos casos llegando a sobrepasar la temperatura máxima requerida por el cultivo para realizar el secuestro del CO_2 .

Estas temperaturas, la cuales son mayores y algunas son máximas para este tipo de plantas (C_3) y como se sabe estas plantas con temperaturas mayores de 25°C, presentan procesos fisiológicos de fotorespiración, el cual es un proceso inverso a la fotosíntesis (**Pinto, 1983**).

Otra razón de la pérdida de carbono secuestrado, en relación con la dosis de nitrógeno aplicado como tratamiento, se podría haber debido a la respuesta del cultivo a las dosis altas de nitrógeno, demostrando mayor altura de plantas y hasta mayor número de macollos por golpe , pero las cuales no presentaban mayor carbono secuestrado, esto debido a que la planta no llega a tener mayor enlaces de carbono-carbono dentro, por lo contrario, presenta estructuras flojas y con mayor contenido de agua siendo por ello mas suculentas (**KRAUSS y KRAYBILL, 1990**). Pero con una dosis de fertilización

fertilización 120 Kg.N.ha⁻¹ el cultivo demostró un mejor secuestro en comparación con la menor y mayor dosis de fertilización utilizados.

6.2. Rendimiento de granos expresado en Kg.ha⁻¹

En el cuadro 16 (anexo) y 6 se presenta el análisis de varianza y la prueba de Duncan para los promedios de los tratamientos con fertilización nitrogenada (Dosis de N.ha⁻¹) respectivamente.

La prueba F en el análisis de varianza arrojó diferencia estadística significativa (cuadro 16) entre tratamientos y este se corrobora con la prueba de Duncan para los promedios de los tratamientos evaluados con diferentes dosis de fertilización nitrogenada y con el análisis gráfico (gráfico 5), donde los tratamientos T₂ (120 Kg N.ha⁻¹), T₄ (160 Kg N.ha⁻¹) y T₃ (140 Kg N.ha⁻¹) con promedios de 7 300,9; 7 220,2 y 6 849,8 Kg.ha⁻¹ respectivamente, no difieren estadísticamente entre sí; pero estos si superan estadísticamente del T₁ (testigo) el cual alcanzó un promedio de 4 277,30 Kg.ha⁻¹ de grano.

Los valores obtenidos para C. V. con 8,92 % y R² con 89,69 % corroboran la confiabilidad de la información obtenida en campo y la alta determinación y correlación entre la variable evaluada y los tratamientos en estudio.

Así mismo (CIAT, 1987), indica que el rendimiento de grano de la planta de arroz, está condicionado por el número de panículas por unidad de superficie, el número de granos llenos por panícula y el peso medio de los granos individuales, por otro lado la fertilización nitrogenada también juega un papel importante, por ser un elemento indispensable en la síntesis de los

compuestos de carbohidratos interviniendo directamente en los cloroplastos para la asimilación del CO_2 del ambiente.

El mejor rendimiento para el tratamiento fue de 120 Kg.N.ha^{-1} y 160 Kg.N.ha^{-1} , con rendimientos de $7\,300,90$ y $7\,220,20 \text{ Kg.ha}^{-1}$, el cual es corroborado por (Arévalo, 2001), donde menciona que con dosis de 160 Kg.N.ha^{-1} con diferentes formas de aplicación se obtienen rendimientos de $7\,968$ y $7\,653 \text{ Kg.ha}^{-1}$, siendo los datos obtenidos en campo un rendimientos aproximados a los del autor.

Del gráfico 5 de resultados se observa claramente que a los 60 ddt del trasplante la planta captura mayor cantidad de carbono, y esto también esta influenciado por una dosis media de nitrógeno (120 Kg.N.ha^{-1}). Y esto a su vez es corroborado por (PINTO 1983), donde menciona que las reacciones del ciclo de Calvin para las plantas C_3 permanecen como la única serie de reacciones conocidas capaz de una conversión neta del CO_2 en hidratos de carbono.

6.3. Del número de panojas por m^2 .

El cuadro 17 (anexo) y 7, muestra el análisis de varianza y la prueba de Duncan para los promedios de las panojas por metro cuadrado respectivamente, la prueba de F nos muestra que existe diferencia altamente significativa para los tratamientos en el número de panojas por metro cuadrado (cuadro 8), el cual es corroborado por la prueba de Duncan, la cual nos muestra que no existe diferencia estadística entre los tratamientos T_4 (160

Kg N.ha⁻¹), T₃ (140 Kg N.ha⁻¹), T₂ (120 Kg N.ha⁻¹), con promedios por metro cuadrado de 255,68; 253,45 y 252,17 panojas respectivamente, ellos no difieren estadísticamente, pero si difieren del testigo el cual alcanzó en promedio de 192.65 panojas por metro cuadrado. Los valores obtenidos de C.V. 3,29 % y R² 86,42 % corroboran la confiabilidad de la información obtenida en campo para los tratamientos en estudio. (CIAT, 1989), indica que el número de panículas por unidad de plantas, es determinado en gran parte por la fase vegetativa y depende del número de macollos, coincidiendo por lo manifestado por (INIPA, 1983), donde el rendimiento se incrementa linealmente con el incremento del número de panojas por metro cuadrado y el número de granos llenos por panoja.

6.4. Granos por panoja

El cuadro 18 (anexo) y 8 de resultados muestra el análisis de varianza para los tratamientos, donde se muestra diferencia significativa para los tratamientos, y la prueba de Duncan muestra que no existe diferencia estadística para los tratamientos T₃ (140 Kg N.ha⁻¹), T₂ (120 Kg N.ha⁻¹) y T₄ (160 Kg N.ha⁻¹) con granos por panoja de 107,12; 106,71 y 104,65 respectivamente, pero si difieren con el testigo T₁ (0 Kg N.ha⁻¹) con número de grano de 89,87, para esto el C. V. de 3,87 % y R² de 60,84 %, corroboran la confiabilidad del trabajo, así mismo corrobora (CIAT, 1987), existe una correlación positiva entre el número de granos llenos por unidad de área y el total de nitrógeno, agua y luz tomada por la planta al momento de la floración, esto posiblemente por un efecto secuencial de disponibilidad de nitrógeno en fases tempranas.

6.5. Peso de granos

En el cuadro 19 (anexo) y 9, muestra el análisis de varianza, donde se muestra diferencia no significativa para los tratamientos y la prueba de Duncan, demuestra que no existe diferencia estadística para los tratamientos T_4 (160 Kg N.ha⁻¹), T_1 (0 Kg N.ha⁻¹), T_2 (120 Kg N.ha⁻¹) y T_3 (140 Kg N.ha⁻¹), con pesos de 1000 granos de 28,88; 28,76; 28,13 y 28,04 gramos respectivamente y para ello el C. V. de 2,58 % y R^2 de 47,32 % demuestran la confiabilidad del trabajo.

Los resultados obtenidos en la prueba de Duncan, muestran que no existe diferencia estadística para los tratamientos, los cuales son corroborados por (INIPA, 1983), en donde el peso de 1000 granos puede afectar el rendimiento en cierto modo, pero rara vez es un factor limitativo y en la mayoría de los casos permanece constante con relación a los demás componentes del rendimiento.

La falta de significancia entre tratamientos demuestra que no existe una relación directa entre las dosis de fertilización nitrogenada aplicada, debido a que los pesos se mantienen constantes para todos los tratamientos.

6.6. Macollamiento.

El cuadro 20 (anexo) y 10, nos muestra el análisis de varianza para los tratamientos, donde se observa que existe diferencia altamente significativa, así mismo la prueba de Duncan nos muestra que no existe diferencia estadística para los tratamientos T_4 (160 Kg. N.ha⁻¹), T_2 (120 Kg. N.ha⁻¹) y T_3

(140 Kg. N.ha⁻¹), con número promedio de macollamiento de 116,42; 114,06 y 100,40 respectivamente, pero si estos difieren con el testigo T₁ (0 Kg.N.ha⁻¹) con un número promedio de macollamiento de 65,45, para esto el C. V. de 7,71 % y R² de 78,55% cuyos valores demuestran la confiabilidad del trabajo.

La inferioridad del macollamiento para el testigo T₁ (0 Kg. N.ha⁻¹) con 65,45 macollos por metro cuadrado, evidencia el efecto negativo de la falta de aplicación de nitrógeno a la planta, frente al resto de tratamientos T₄ (160 Kg.N.ha⁻¹), T₂ (120 Kg.N.ha⁻¹) y T₃ (140 Kg.N.ha⁻¹) los cuales muestran un efecto positivo a la aplicación del nitrógeno, con macollamientos de 116,42; 114,06 y 100,40 macollos por metro cuadrado respectivamente.

6.7. Altura de plantas.

En el cuadro 21 (anexo) y 11 nos muestra el análisis de varianza, el cual nos muestra una diferencia altamente significativa para los tratamientos y la prueba de Duncan nos muestra que no existe diferencia estadística para los tratamientos T₄ (160 Kg. N.ha⁻¹), T₃ (140 Kg. N.ha⁻¹) y T₂ (120 Kg. N.ha⁻¹), con alturas de 113,48; 112,45; 111,60 cm respectivamente pero si estos difieren con el testigo T₁ (0 Kg. N.ha⁻¹), con una altura de 93,68 cm. Para esto el C. V. de 2,60 % y R² de 94,28 % nos demuestran la confiabilidad del trabajo.

La significancia que existe con el testigo T₁ (0 Kg.N.ha⁻¹) con 93.68 cm lineales, frente a los demás tratamientos T₄, T₃ y T₂, demuestran una relación directa entre la disponibilidad real de la dosis del nitrógeno en el suelo y el cual se observa en el incremento en altura de la planta en forma directa.

6.8. Análisis económico.

El cuadro 12 nos muestra el análisis económico de los tratamientos en estudio indicando que el T_2 (120 Kg N.ha^{-1}), ocupó el primer lugar con una utilidad neta de S/. 234,67 nuevos soles, el cual representa una ganancia de S/. 0,06 soles por cada sol invertido; esto demostrado en la relación beneficio costo. El T_4 (160 Kg N.ha^{-1}) ocupó el segundo lugar con una ganancia de S/. 0,05 soles por cada sol invertido. El T_1 (0 Kg N.ha^{-1}), demostró una pérdida de 26 % del total invertido. Así mismo estas utilidades son adicionando la venta de carbono capturado durante su ciclo fenológico de la planta; de lo contrario todo sería pérdida.

VII. CONCLUSIONES

- 7.1. La captura de carbono disminuye a partir de los 60 días (9984,2 Kg de C.ha⁻¹), hasta los 120 días o cosecha (2 633,4 Kg C.ha⁻¹), esto pudo deberse a los procesos fisiológicos de fotorespiración y respiración mitocondrial, típico de plantas C₃.
- 7.2. La mayor cuantificación de carbono por hectárea y de biomasa aérea se obtuvo con la aplicación de 120 Kg de N.ha⁻¹ y a los 60 ddt con 6 259,60 y 9 984,2 Kg.C.ha⁻¹ respectivamente
- 7.3. El tratamiento T₂ (120 Kg N.ha⁻¹); obtuvo el mayor rendimiento de granos con 7 300,90 Kg.ha⁻¹
- 7.4. Adicionando el costo ambiental por acumulación de carbono a la cosecha, el T₂ obtuvo el mayor beneficio neto de S/. 234,67 nuevos soles, con una relación de b/c de 1,06.

VIII. RECOMENDACIONES

Luego de las conclusiones obtenidas en le presente trabajo, se recomienda:

- 8.1. Para las condiciones agroclimáticas similares se recomienda la aplicación de 120 Kg N.ha⁻¹ por haber secuestrado 6 259,6 Kg C.ha⁻¹ en promedio.
- 8.2. Realizar trabajos de investigación para el secuestro de carbono en el cultivo de arroz evaluando toda la planta, es decir; desde la raíz, y tener datos más precisos para determinar el secuestro total de carbono.
- 8.3. Hacer evaluaciones futuras del contenido de carbono secuestrado en el cultivo de arroz acortando las evaluaciones cada siete días, para definir con exactitud el periodo de máxima captura de carbono.
- 8.4. Para futuros trabajos, realizar la aplicación de NPK en diferentes dosis y considerar medidas del número de estomas por hoja.
- 8.5. Realizar la incorporación de rastrojos del cultivo de arroz para facilitar su descomposición en el suelo evitando de esta manera la pérdida del CO₂ secuestrado.

IX. RESUMEN

El presente trabajo tiene como título "Efecto de la fertilización nitrogenada en el secuestro de carbono de la biomasa aérea del cultivo de arroz (*Oryza sativa*) bajo riego al trasplante en la E. E. "El Porvenir" – INIA – Juan Guerra; así mismo con el objetivo de cuantificar el contenido de carbono secuestrado en las cuatro etapas de desarrollo (etapa vegetativa y reproductiva) del cultivo de arroz después del transplante y determinar el efecto de la fertilización nitrogenada en arroz, en el secuestro de carbono; se realizó el presente trabajo, en el campo Experimental del Programa Nacional de Investigación de Maíz y Arroz de la E. E. "El Porvenir" el cual se encuentra ubicado en el Km 14,5 Carretera Sur "Fernando Belaunde Terry", Distrito de Juan Guerra, Provincia y Región de San Martín; con una T° máxima anual de 27 °C, precipitación promedio anual de 1 206 mm y una humedad relativa de 79 %. El diseño empleado fue de Bloques Completos al Azar (DBCA), con arreglo factorial de 4 x 4, con dosis de fertilización vs tiempo. Este arreglo solo se realizó para el parámetro de captura de carbono, luego para los demás parámetros realizados a la cosecha, se utilizó un (DCA). Los tratamientos fueron T₁ (0 Kg N.ha⁻¹), T₂ (120 Kg N.ha⁻¹), T₃ (140 Kg N.ha⁻¹) y T₄ (160 Kg N.ha⁻¹). Los resultados demostraron que la dosis media de nitrógeno (120 Kg N.ha⁻¹), acumuló mayor cantidad de carbono en sus estructuras con un total de 6 259,60 Kg.ha⁻¹ de carbono, comparativamente con las dosis (140 Kg N.ha⁻¹ y 160 Kg. N.ha⁻¹), que acumularon 5 257,30; y 5 322,80 kg. ha⁻¹ de carbono respectivamente; así mismo el tratamiento T₀ (0 Kg. N.ha⁻¹), acumuló 3 103,90 Kg.ha⁻¹ de carbono, indicando la mas baja dosis. El análisis económico nos muestra que el tratamiento T₂ (120 Kg. N.ha⁻¹), obtuvo una mayor utilidad neta de S/. 234,67 nuevos soles el cual representa una relación beneficio costo de 1,06; superando a los demás tratamientos en estudio.

X. SUMMARY

The present work has as title "Effect of the fertilization nitrogenada in the kidnapping of carbon of the air biomass of the cultivation of rice (*Oryza sativa*) I go down watering to the transplant in the E. E. El Porvenir" - INIA - Juan Guerra"; likewise With the objective of quantifying the content of carbon kidnapped in the four development stages (vegetative and reproductive stage) of the cultivation of rice after the trasplante and to determine the effect of the fertilization nitrogenada in rice, in the kidnapping of carbon; it was carried out the present work, in the Experimental field of the National Program of Investigation of Corn and Rice of the E. E. The Porvenir which is located in the Km 14,5 South Highway Fernando Belaunde Terry", District of Juan Guerra, County and Region of San Martin; with an annual maximum T° of 27 °C, precipitation averages yearly of 1 206 mm and a relative humidity of 79 %. The used design was at random of Complete Blocks (DBCA), with factorial arrangement of 4 x 4, with dose of fertilization vs time. This alone arrangement one carries out for the parameter of capture of carbon, then for the other parameters carried out to the crop, you uses a (DCA), The treatments were T₁ (0 Kg N.ha⁻¹), T₂ (120 Kg N.ha⁻¹), T₃ (140 Kg N.ha⁻¹) and T₄ (160 Kg N.ha⁻¹), The results demonstrated that the half dose of nitrogen (120 Kg N.ha⁻¹), it accumulated bigger quantity of carbon in their structure with a total of 6 259,60 Kg.ha⁻¹ of carbon, comparatively with the doses (140 Kg N.ha⁻¹ and 160 Kg. N.ha⁻¹) that accumulated 5 257,30; and 5 322,80 Kg.ha⁻¹ of carbon respectively; likewise the treatment T₀ (0 Kg. N.ha⁻¹), 3 103,90 Kg.ha⁻¹ of carbon accumulated, indicating the but low dose. The economic analysis shows us that the treatment T₂ (120 Kg. N.ha⁻¹), it has obtained a bigger net utility of S/. 234.67 new suns which represents a relationship benefits cost of 1,06; overcoming to the other treatments in study.

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALEGRE, ARÉVALO Y PALM L. et. Al 2000 “Determinación de las Reservas Totales de Carbono en las Diferentes Sistemas de Uso de la Tierra en Perú”. Consorcio para el Desarrollo Sostenible de Ucayali (CODESU), Centro Internacional para la Investigación en Agroforestal (CIIA). Pag. 17.
2. ARÉVALO, C. 2001. Niveles de fertilización nitrogenada en suelo seco sobre el rendimiento de arroz (*Oriza sativa* L.), al trasplante, en el Bajo Mayo. Tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto – Perú. 62 p.
3. CENTRO INTERNACIONAL DE LA AGRICULTURA TROPICAL. 1983. Fertilización Nitrogenada del Arroz. Guía de estudio. Cali – Colombia. CIAT. 40 p.
4. CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MEDIO AMBIENTE 1999. Tema 10 Contaminación de la atmósfera, cambio climático y efecto invernadero. 7 p.
5. COLCHESTER, M. 2001. Secuestro de carbono: Un dilema para los habitantes de los bosques. 2 p.

6. COMMITTEE SOIL IMPROVEMENT 1998. "Manual de Fertilizantes". Editado. LIMUSA. México. 77 p.
7. ECOSUR. 2000. Proyecto Piloto Internacional para la captura de carbono y Desarrollo Silvicultural Comunitario en Chiapas – México. México D. F. 5 p.
8. FONDO LATINOAMERICANO DEL CARIBE PARA ARROZ DE RIEGO 1996. El arroz una gran oportunidad para América Latina.
9. FOUNDATION FOR AGRONOMIC RESEARCH. 1998. "Manual de Fertilidad de los suelos. Impreso en Español por la FAR – Canadá. 30 p.
10. GONZALES, A. M., AGUIRRE, M. Y RAISMAN. J. S. 2000. Las plantas y su estructura. Fotosíntesis. 15 p.
11. IUCC, PNUMA. 1995. Para comprender el cambio climático: Guía Elemental de la Convención Marco de las Naciones Unidas. Oficina de información sobre el cambio climático. Oficina Suiza del medio ambiente de bosques y paisajes. CHATELEINE, SUIZA. 20 p.
12. KRAUSS y KRAYBILL, 1990. Rol Específico de los Elementos Minerales en las Plantas. Pág. 131 – 132.

13. LOHMANN, L. 2000. Movimiento mundial de los bosques tropicales. Campaña plantaciones. El mercado del carbono: sembrando mas problema. Montevideo – Uruguay 16 p.

14. MAISONNAVE, R. 1997. El efecto invernadero y el clima. Conferencia realizada para la Academia Nacional de Ingeniería. Lima – Perú 17 p.

15. MURREL, T. 2003. Informaciones Agronómicas. Boletín N° 46. Editorial INPOFOS. Quito – Ecuador. 20 p.

16. ONERN, 1992. Inventario y Evaluación de los Recursos Naturales de la Zona del Bajo Mayo. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos naturales. Lima –Perú.

17. PALACIOS, A. 2003. Manejo del Cultivo de Arroz en el Bajo Mayo. Boletín Informativo n° 4. INIA. “E. E. El Porvenir”. Tarapoto – Perú. 20 p.

18. PINTO, C. M. 1983. “Fisiología de la Producción Vegetal”. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias Veterinarias y Forestales. Departamento de Producción Agrícola. Santiago de Chile - Chile. Pág. 57 – 71.

19. RAISMAN, J. S. Y GONZALES, A. N. 2000. Ciclo bio – GEO – climáticos y de los nutrientes 6 p.

20. UNEP. 1992. Los gases producen el efecto invernadero cambio climático y global. Sánchez – Vélez A. Y Geron D. Traductores Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo – México. 41 p.
21. YUSTE, PAZ M^a. 1998. Biblioteca de la Agricultura. Editorial LEXUS. Barcelona – España. 650 p.
22. www.fai.unne.edu.ar/biología/planta/ciclogeo.htm
23. www.sagangea.or/hojared/hojalu.htm.

ANEXO

Cuadro 22 Promedio de carbono en Kg. ha⁻¹. Datos obtenidos de campo

Tratam. en Kg N.ha ⁻¹	Meses	Repeticiones				Total	Prom.
		I	II	III	IV		
A ₁ 0 Kg	B ₁	165.40	334.50	333.20	285.40	1118.50	279.63
	B ₂	6209.00	5322.30	7026.90	7426.10	25984.30	6496.08
	B ₃	3267.20	4485.50	3695.90	3930.30	15378.90	3844.73
	B ₄	1429.60	2148.10	1711.30	1891.30	7180.30	1795.08*
A ₂ 120 Kg	B ₁	404.60	272.70	352.20	300.00	1329.50	332.38
	B ₂	10878.30	10367.70	15685.70	12514.30	49446.00	12361.50
	B ₃	6331.30	9479.90	13403.30	9710.62	38925.12	9731.28
	B ₄	1571.40	3350.40	2349.30	3181.80	10452.90	2613.23*
A ₃ 140 Kg	B ₁	286.50	325.70	487.50	239.50	1339.20	334.80
	B ₂	8287.40	12023.50	6011.30	14403.40	40725.60	10181.40
	B ₃	7111.80	8322.70	7514.00	7637.10	30585.60	7646.40
	B ₄	2146.10	2871.20	3901.60	2547.50	11466.40	2866.60*
A ₄ 160 Kg	B ₁	533.70	361.60	594.30	499.80	1989.40	497.35
	B ₂	10172.00	9290.00	8855.00	13473.60	41790.60	10447.65
	B ₃	7602.00	6617.80	6973.50	7155.90	28349.20	7087.30
	B ₄	3470.50	2253.10	3712.20	3598.80	13034.60	3258.65*

*: Datos de carbono utilizados para el análisis económico (cuadro 13).

Cuadro 23: Costo de producción de 1 ha de cultivo de arroz

Especificaciones	Unidad	Costo S/.	T1		T2		T3		T4	
			Cant.	C. Total	Cant.	C.Total	Cant.	C. Total	Cant.	C. Total
				S/.		S/.		S/.		S/.
Almácigo										
Preparación de Terreno	Jornal	10.00	2.5	25.00	2.5	25.00	2.5	25.00	2.5	25.00
Siembra	Jornal	10.00	1.5	15.00	1.5	15.00	1.5	15.00	1.5	15.00
Riegos	Jornal	10.00	2	20.00	2	20.00	2	20.00	2	20.00
Abonamiento	Jornal	10.00	1	10.00	1	10.00	1	10.00	1	10.00
Control Fitosanitario	Jornal	10.00	1	10.00	1	10.00	1	10.00	1	10.00
Campo Definitivo										
Preparación de Terreno (Tractor)	H/Maq	80.00	5	400.00	5	400.00	5	400.00	5	400.00
Palaneros	Jornal	10.00	10	100.00	10	100.00	10	100.00	10	100.00
Riegos	Jornal	10.00	1	10.00	1	10.00	1	10.00	1	10.00
Saca de plántulas	Jornal	10.00	10	100.00	10	100.00	10	100.00	10	100.00
Trasplante	Jornal	10.00	20	200.00	20	200.00	20	200.00	20	200.00
Fertilización	Jornal	10.00	2	20.00	2	20.00	2	20.00	2	20.00
Control Fitosanitario	Jornal	10.00	2	20.00	2	20.00	2	20.00	2	20.00
Herramientas										
Machete	Unidad	8.00	1/4	2.00	1/4	2.00	1/4	2.00	1/4	2.00
Palana	Unidad	48.00	1/2	24.00	1/2	24.00	1/2	24.00	1/2	24.00
Pulverizador	Unidad	200.00	1/4	50.00	1/4	50.00	1/4	50.00	1/4	50.00
Requerimiento de Insumos										
Semilla	Kg.	2.00	80	160.00	80	160.00	80	160.00	80	160.00
Urea (Almácigo)	Kg.	0.90	195	175.50	195	175.50	195	175.50	195	175.50
Urea (Campo definitivo)	Kg.	0.90	0.0	0.00	260.4	234.36	303.8	273.42	347.2	312.48
Fósforo	Kg.	1.10	130.2	143.22	130.2	143.22	130.2	143.22	130.2	143.22
Potasio	Kg.	1.30	100.2	130.26	100.2	130.26	100.2	130.26	100.2	130.26
Herbicidas										
Herbadox	Litros	40	2	80.00	2	80.00	2	80.00	2	80.00
Stampir	Litros	50.00	2	100.00	2	100.00	2	100.00	2	100.00
Agridex	Litros	30.00	0.25	7.50	0.25	7.50	0.25	7.50	0.25	7.50
Cosecha										
Cosecha (300 Kg por Jornal)	Jornal	15.00	15.00	225.00	24	360.00	23	345.00	24	360.00
Rafia	Unidad	10.00	1	10.00	1	10.00	1	10.00	1	10.00
Sacos	Unidad	1.00	86	86.00	146	146.00	137	137.00	145	145.00
Huatopas	Unidad	0.50	3	1.50	3	1.50	3	1.50	3	1.50
Estiba	Jornal	4.00	4.28	17.12	7.30	29.20	6.85	27.40	7.22	28.88
Ley social 52 % M. O	%	52.00		392.60		392.60		392.60		392.60
A. COSTOS DIRECTOS				2534.70		2976.14		2989.40		3052.94
B. COSTOS INDIRECTOS										
Costos Administrativos	%	8		202.78	8	238.09	8	239.15	8	244.24
Costos Financieros	%	17.5		443.57	17.5	520.82	17.5	523.15	17.5	534.26
COSTO TOTAL A + B				3181.05		3735.06		3751.70		3831.44

CROQUIS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

